

(51)Int.Cl.⁷H 01 M 8/04
8/10

識別記号

F I

H 01 M 8/04
8/10テマコード(参考)
K 5 H 0 2 6
5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全13頁)

(21)出願番号 特願平11-40599

(22)出願日 平成11年2月18日 (1999.2.18)

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 吉本 保則

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 安尾 耕司

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74)代理人 100090446

弁理士 中島 司朗

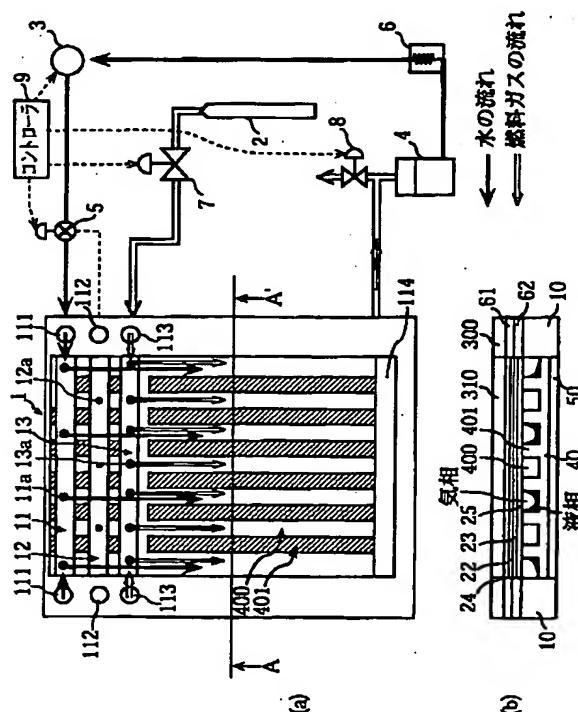
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体高分子型燃料電池及びその運転方法

(57)【要約】

【課題】アノード側チャネルに燃料ガス及び水を流通させて発電する固体高分子型燃料電池において、アノード側チャネルに供給する水の流量を小さく設定しても、セル全体に均一的に燃料ガス及び水分を供給することができる、更に、チャネルのメニスカスによる閉塞が生じにくく且つ経時的なセル性能の低下がないものを提供する。

【解決手段】複数本のアノード側チャネル400にはポンプ2から燃料ガスを供給する。コントローラ9が切り替え弁5を切り替え操作することにより、ポンプ3からの水を、アノード側チャネル400の中から1つおきに選択された第1チャネル群及びアノード側チャネル400の中から第1チャネル群と重なることなく1つおきに選択された第2チャネル群に対して、交互に供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体高分子膜にカソード及びアノードが配されてなるセルを、前記アノードに対向して複数本のアノード側チャネルが形成された第1プレートと、前記カソードに対向してカソード側チャネルが形成された第2プレートとで挟持してなる固体高分子型燃料電池であって、

前記複数本のアノード側チャネルに燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、

前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第1チャネル群と、当該第1チャネル群と重複することなく前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第2チャネル群とに、交互に切り換えながら水を供給する水切換供給手段とを備えることを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項2】 前記固体高分子型燃料電池は、前記第1チャネル群の各入口に通ずる細孔を有する第1マニホールドと、前記第2チャネル群の各入口に通ずる細孔を有する第2マニホールドとを備え、

前記水切換供給手段は、

前記第1マニホールド及び第2マニホールドに水を交互に切り換えながら供給することにより、第1チャネル群及び第2チャネル群への水の切換供給を行うことを特徴とする請求項1記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項3】 固体高分子膜にカソード及びアノードが配されてなるセルを、前記アノードに対向して複数本のアノード側チャネルが形成された第1プレートと、前記カソードに対向してカソード側チャネルが形成された第2プレートとで挟持してなる固体高分子型燃料電池であって、

前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第1チャネル群と、当該第1チャネル群と重複することなく前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第2チャネル群とに、交互に切り換えながら水を供給する水切換供給手段と、

前記第1チャネル群と前記第2チャネル群とに、交互に切り換えながら燃料ガスを供給する燃料ガス切換供給手段とを備えることを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項4】 前記固体高分子型燃料電池は、

前記第1チャネル群の各入口に通ずる細孔を有する第1マニホールドと、前記第2チャネル群の各入口に通ずる細孔を有する第2マニホールドとを備え、

前記水切換供給手段は、

前記第1マニホールド及び第2マニホールドに水を交互に切り換えながら供給することにより、第1チャネル群及び第2チャネル群への水の切換供給を行い、

前記燃料ガス切換供給手段は、

前記第1マニホールド及び第2マニホールドに、交互に切り換えながら燃料ガスを供給することにより、第1チャネル群及び第2チャネル群への燃料ガスの切換供給を

行うことを特徴とする請求項3記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項5】 前記複数本のアノード側チャネルは、第1プレート上において並列に形成されており、前記第1チャネル群及び第2チャネル群の各々は、前記複数本のアノード側チャネルの中から1本おき或は2本おきに選択されたチャネルからなることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の固体高分子型燃料電池。

10 【請求項6】 固体高分子膜にカソード及びアノードが配されてなるセルを、前記アノードに対向して複数本のアノード側チャネルが形成された第1プレートと、前記カソードに対向してカソード側チャネルが形成された第2プレートとで挟持してなる固体高分子型燃料電池を運転する方法であって、

前記複数本のアノード側チャネルに燃料ガスを供給しながら、

前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第1チャネル群に水を供給する第1水供給ステップと、前記第1チャネル群と重複することなく前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第2チャネル群に水を供給する第2水供給ステップとを、交互に切り換えて実行させることを特徴とする固体高分子型燃料電池の運転方法。

20 【請求項7】 固体高分子膜にカソード及びアノードが配されてなるセルを、前記アノードに対向して複数本のアノード側チャネルが形成された第1プレートと、前記カソードに対向してカソード側チャネルが形成された第2プレートとで挟持してなる固体高分子型燃料電池を運転する方法であって、

前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第1チャネル群に水を供給すると共に前記第1チャネル群と重複することなく前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第2チャネル群に燃料ガスを供給する第1供給ステップと、前記第1チャネル群に燃料ガスを供給すると共に前記第2チャネル群に水を供給する第2供給ステップとを、交互に切り換えて実行させることを特徴とする固体高分子型燃料電池の運転方法。

30 【発明の詳細な説明】

40 【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、固体高分子型燃料電池に関し、特に、アノード側のチャネルに燃料ガスと水とを供給しながら発電を行う固体高分子型燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】 燃料電池は一般的に、電解質膜を介してカソードとアノードを対向して配したセルにおいて、カソードに酸化剤としての空気を、アノードに燃料ガスを供給し、電気化学的に反応させて発電を行うようになっている。そして、実用化されている燃料電池の多くは、

リブ及びガスチャネルが形成された一対のプレート基板でセルを挟持したものを基本ユニットとし、それを多数積層させた構造となっている。

【0003】固体高分子型の燃料電池では、電解質膜として固体高分子膜が用いられているが、運転時には固体高分子膜のイオン導電性を確保するために、従来から空気や燃料ガスを加湿して供給することにより固体高分子膜を保湿する方法が多くとられている。また、このような従来からの加湿方式に代わって、特開平5-41230号公報や特開平8-315839号公報に開示されているように、アノードに対向する複数のチャネルの各々に燃料ガスと水を供給して流通させる方式も開発されており、この方式によって、アノードに対する水素の供給と固体高分子膜の保湿に加えて電池の冷却を効率よく行い、優れた電池特性を得ることが期待される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、固体高分子型燃料電池において、優れた電池特性を得るために、セル全体に燃料ガス及び水分を行きわたらせることが必要である。そのため、上記のようなアノード側チャネルに燃料ガスと水とを供給する方式においては、各チャネルに対して、均一的に燃料ガス及び水を分配する必要がある。

【0005】しかしながら、複数のアノード側チャネルに水を分配する際に、実際には水が供給されやすいチャネルと供給されにくいチャネルが生じるため、セル全体に水が行きわたるようにするために、固体高分子膜の保湿に必要な量よりもかなり過剰の水を供給しなければならず、そのために、燃料ガスのアノードへの分散が妨げられるといった問題や、水ポンプに大容量のものが必要という問題があった。

【0006】これに対して、本発明者等が特願平9-124221号で提案した固体高分子型燃料電池では、各アノード側チャネルの入口部に燃料ガスを分配すると共に、各アノード側チャネルの入口部に一定の形状で細孔を開設して、その細孔から各チャネルに水を分配するようにした。この固体高分子型燃料電池によれば、供給する水の流量が比較的小さくても、各アノード側チャネルに水を均一的に分配することができるが、携帯用などコンパクトな燃料電池を実現することが望まれていることを考慮すると、更に水の供給量を低く抑えて装置の簡素化及び省力化を行うことが望まれる。

【0007】そこで、本発明者等は、更に特願平9-257330号において、複数本のアノード側チャネルに燃料ガスを供給し、複数本のアノード側チャネルの中の特定のチャネル（例えば、複数本のアノード側チャネルの中から1本置きに選ばれたチャネル）に水を供給するようにした固体高分子型燃料電池を提案した。この構成によれば、特定のチャネルだけに水を供給するので、比較的少ない供給水量でも均一的に水を分配することができる。

きる。また、複数本のアノード側チャネルの中で、特定のチャネル以外のチャネルには燃料ガスだけが供給されるが、特定のチャネルを流通する水が蒸発して拡散するので、セル全体にわたって固体高分子膜を保湿できることになる。

【0008】しかしながら、このような燃料電池においても、特定のチャネルには水が連続的に流れるため、チャネル終端部に水のメニスカスが形成されることによってチャネルの閉塞が発生しやすく、この閉塞が生じると

10 燃料ガスのアノードに対する分配が不均一になり経時にセル性能が低下するという問題がある。この点について、上記特願平9-257330号で開示した固体高分子型燃料電池では、チャネルの下流側に燃料ガスの抜け道を確保することによって燃料ガスの均一的分配を維持するようにしているが、チャネル閉塞自体を抑えることのできる技術も望まれる。

【0009】本発明は、このような課題を鑑みてなされたものであって、アノード側チャネルに燃料ガス及び水を流通させて発電する固体高分子型燃料電池において、アノード側チャネルに供給する水の流量を小さく設定しても、セル全体に均一的に燃料ガス及び水分を供給することが可能であって、更に、チャネルのメニスカスによる閉塞が生じにくく且つセル性能の経時的低下のいものを提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明では、固体高分子型燃料電池において、複数本のアノード側チャネルに燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、複数本のアノード側チャネルの中から選択された第1チャネル群に水を供給する第1水供給手段と、第1チャネル群と重複することなく前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第2チャネル群に水を供給する第2水供給手段とを設け、第1水供給手段による水供給及び第2水供給手段による水供給を交互に切り換えるながら実行させた。

【0011】この構成によれば、同一時間においては第1チャネル群及び第2チャネル群のいずれか一方にだけ水が供給されるので、比較的少ない供給水量でも均一的に水を分配することができる。また、第1のチャネル群及び第2チャネル群の各々に、燃料ガスは連続して供給される。

【0012】水は、第1のチャネル群及び第2チャネル群の各々に、間欠的に供給されるが、水は各チャネルにある程度滞留することや、チャネル内で発生する水蒸気は隣のチャネルにも拡散することを考慮すると、第1のチャネル群及び第2のチャネル群の選択並びに切り換え動作を適当に行えば、全体にわたって固体高分子膜の保湿を行うことができる。

【0013】そして、各アノード側チャネルに対して水が連続的に供給されるということがないので、チャネル

のメニスカスによる閉塞も抑えることができ、水によるセル性能の経時的な劣化も低減できる。また上記目的を達成するため本発明では、固体高分子型燃料電池において、複数本のアノード側チャネルの中から選択された第1チャネル群と、当該第1チャネル群と重複することなく複数本のアノード側チャネルの中から選択された第2チャネル群とに、交互に切り換えるながら水を供給すると共に、第1チャネル群と第2チャネル群とに、交互に切り換えるながら燃料ガスを供給するようにした。

【0014】そして、この構成によれば、同一時間においては第1チャネル群及び第2チャネル群のいずれか一方にだけ水が供給されるので、比較的少ない供給水量でも均一的に水を分配することができる。また、第1チャネル群及び第2チャネル群の各々に、水が間欠的に供給されると共に、燃料ガスも間欠的に供給されることになるが、水も燃料ガスもある程度拡散するので、第1チャネル群及び第2チャネル群の選択並びに切り換える動作を適当に行えば、セル全体にわたって均一的に燃料ガスの供給並びに固体高分子膜の保湿を行うことができる。

【0015】そして、各アノード側チャネルに対して水が長時間連続的に供給されるということがないので、チャネルのメニスカスによる閉塞も少なくすることができ、水によるセル性能の劣化も低減できる。ここで、第1チャネル群の入口に通ずる第1流通路と、第2チャネル群の入口に通ずる第2流通路とを設け、この第1流通路及び第2流通路に対して、水及び燃料ガスを交互に切り換えて供給するようにすれば、比較的簡素な電池構成とすることができる。

【0016】また、上記の固体高分子型燃料電池の構造において、複数本のアノード側チャネルが第1プレート上において並列に形成されている場合には、第1チャネル群並びに第2チャネル群の選択する際に、複数本のアノード側チャネルの中から1本おき或は2本おきに選択することが、セル全体にわたって均一的に燃料ガスの供給並びに固体高分子膜の保湿を行う上で好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】【実施の形態1】図1は、本実施の形態に係る固体高分子型燃料電池1（以下、単に「燃料電池1」という。）を構成するセルユニット100の組立図である。本図に示すように、セルユニット100は、長方形の枠体10の片面側（図1では上面側）に、固体高分子膜21にカソード22及びアノード23を配してなるセル20と、複数のカソード側チャネル311…が平行に形成されたカソード側チャネル基板30とが埋め込まれ、枠体10の他面側（図1では下面側）に、複数のアノード側チャネル400…が平行に形成されたアノード側チャネル基板40と仕切板50とが埋め込まれて構成されている。なお、図1において、アノード23は固体高分子膜21の背面側にあるので破線で表示している。

【0018】セル20は、カソード側チャネル基板30とアノード側チャネル基板40とで挟持された状態で保持されており、アノード側チャネル400…には、図1の白抜き矢印で示す方向に燃料ガスが流れ、カソード側チャネル311…には図1の太線矢印で示す方向に空気が流れ、セル20で発電がなされるようになっている。燃料ガスとしては通常、水素を主成分とする改質ガスや純粋な水素ガスなどが用いられる。

【0019】なお、本実施形態の説明に用いる各図においては、説明を簡略にするため、アノード側チャネル400…が7本描かれているが、通常はもっと多数のチャネルが形成されている。燃料電池1は、このセルユニット100が所定数積層され、その両端が一対の端板71、72（図1では不図示、図2参照）で挟持されて構成されている。

【0020】枠体10は、長方形の板体に対して、その片面側（図1で上面側）の燃料ガス流通方向の中央部に、上記のセル20及びカソード側チャネル基板30を埋め込むための切欠部101が形成され、他面側（図1で下面側）には、アノード側チャネル基板40及び仕切板50を埋め込む凹部103が形成され、更に切欠部101の中央部には、アノード側チャネル基板40とアノード23とが接触できるように窓102が開設された形状であって、プラスチック材料を射出成型することにより作製されたものである。

【0021】枠体10の燃料ガス流通方向上流部には、水を供給するための一対のマニホールド孔111と溝孔121、一対のマニホールド孔112と溝孔122、燃料ガスを供給するための一対のマニホールド孔113と溝孔123が順に開設されている。なお、各溝孔121～123は、アノード側チャネル400…と直交する方向に形成され、その両端で各マニホールド孔111～113と連通している。

【0022】枠体10の燃料ガス流通方向下流部には、未反応の燃料ガス及び水を排出するためのマニホールド孔114が、アノード側チャネル400…と直交する方向に開設されている。固体高分子膜21は、パーフルオロカーボンスルホン酸からなる薄膜である。カソード22、アノード23は、白金担持カーボンを材料とした所定の厚みの層であって、固体高分子膜21の中央部にホットプレスにより密着成型されている。

【0023】カソード側チャネル基板30は、枠体300にチャネル基板310が埋め込まれて構成されている。チャネル基板310は、カーボン多孔体からなる平板状の部材であって、カソード22と対向する面（図1で下面）に、空気を流通させるチャネル311が形成されている。

【0024】枠体300は、長方形の平板の中央に窓303が開設された形状でプラスチック材料からなり、カソード22側とは反対側の面（図1で上面側）に、空

気をチャネル311に導入するためのチャネル301及び空気をチャネル311から導出するためのチャネル302が形成されている。なお、セル20とカソード側チャネル基板30との間にはガスケット61が介在し、セル20と切欠部101との間にはガスケット62が介在している。

【0025】アノード側チャネル基板40は、枠体10より若干小サイズの長方形状のカーボン多孔体であつて、複数のアノード側チャネル400が互いに平行に形成されていると共にチャネル400間にはリブ401が形成されている。このアノード側チャネル基板40は、燃料ガス流通方向の中央に位置する中央部40aと、この中央部40aから延設された上流部40b及び下流部40cからなり、中央部40aでは上流部40b及び下流部40cよりもリブ401の高さが高く設定されている。そして、このリブ401の高い部分401aが、上記の窓102に填まり込んでアノード23と電気的に接触するようになっている。

【0026】なお、図1では省略しているが、カソード22とカソード側チャネル基板30の間並びにアノード23とアノード側チャネル基板40との間には、澆水処理を施したカーボンペーパからなる集電体24, 25が介挿されている(図3, 4の(b)参照)。仕切板50は、アノード側チャネル基板40と同等のサイズの気密性ガラス状カーボン板であつて、カソード側チャネル基板30とアノード側チャネル基板40との間に介在して配されており、両者を電気的に導通しながらカソード側チャネル311…を流れる空気及びアノード側チャネル400…を流れる燃料ガスの混流を防止する働きをなしている。

【0027】図2は、燃料電池1の全体的な構成並びに運転動作を示す斜視図である。また図3, 4は、燃料電池1の構成及び運転動作を示す説明図であり、各図において(a)はセルユニット100の上面を模式的に示すものであり、(b)はそのA-A'断面を模式的に示すものである。なお、図3, 4では、運転時における水の流れを太線矢印、燃料ガスの流れを白抜き矢印で表示しており、運転時においては、図3の状態での運転される時間帯及び図4の状態で運転される時間帯が交互に繰り返される。

【0028】図2に示すように、運転時には、燃料電池1は、空気の流通路(カソード側チャネル)が水平方向に向くように配置される。図2の例では、燃料ガス供給源として水素ガスボンベ2が用いられている。燃料ガス供給源からの燃料ガスは、マニホールド孔113から各セルユニット100に分配され、各セルユニット100において、溝孔123からアノード側チャネル基板40の上流部40bに分配されて、アノード側チャネル400…を下流側に流れ、これによってアノード23に水素ガスが供給される。

【0029】一方、図示しないファンから、チャネル301…に空気が送り込まれる。この空気はカソード側チャネル311…を流通しながらカソード22に酸素を供給し、チャネル302…から電池の外に排出される。マニホールド孔111及びマニホールド孔112には、水泵3から送出される水が供給される。供給された水は、各セルユニット100に分配され、各セルユニット100において、マニホールド孔111あるいはマニホールド孔112からアノード側チャネル基板40の上流部40bに分配されて、アノード側チャネル400…を下流側に流れ、これによって固体高分子膜21が保湿される。なお、詳しくは後述するが、水は切り換え弁5で交互に切り換えながら供給される。

【0030】アノード側チャネル400…を通過した未反応水素及び水は、マニホールド孔114を通って電池の外に排出され、分離タンク4に流れ込む。そして、分離タンク4で回収された氷は、冷却器6で冷却されて再び水泵3から燃料電池1に供給される。水泵3の出力は、水供給用の溝孔121における水圧を計測して、この値が所定の水圧値となるように調整する。

【0031】一方、水素ガスの供給圧力はレギュレータ7で調整する。この圧力は、通常100~800mmH₂O程度が適當である。また、排出される未反応水素の圧力はレギュレータ8によって調整する。この排出圧力は、燃料電池1における燃料利用率が90%以上となるように調整する。水泵3の駆動、切り換え弁5の切り換え動作、レギュレータ7, 8の調整などは、コントローラ9によって制御される。

【0032】(アノード側チャネルへ水・燃料ガスを供給する機構についての詳細な説明)図1に示すように、アノード側チャネルに上流部において、上記の水供給用の溝孔121には分配基板11が、水供給用の溝孔122には分配基板12が、燃料ガス供給用の溝孔123には分配基板13が、ガスケット(不図示)を介して填め込まれている。

【0033】これらの分配基板11, 12及び13は、いずれも長尺状の薄板に細孔11a, 細孔12a, 細孔13aが開設されたものであつて、アノード側チャネル基板40の上流部40bに接して設置されている。そして、分配基板13には、すべてのアノード側チャネル400…に対応して細孔13aが開設されているのに対して、分配基板11及び分配基板12の各々には、アノード側チャネル400…全体の中から選択された第1チャネル群及び第2チャネル群に対応して細孔11a及び細孔12aが開設されている。

【0034】燃料電池1の運転時において、コントローラ9が切り換え弁5を切り換え制御することによって、水泵3から送出される水は、マニホールド孔111側とマニホールド孔112側とに切り換え供給される。従って、図3に示されるように、切り換え弁5からマニ

ホールド孔111側に水が供給されている時は、第1チャネル群（左から1, 3, 5, 7番目のチャネル）には燃料ガスと水とが供給され、第2チャネル群（左から2, 4, 6番目のチャネル）には燃料ガスだけが供給される。このとき、第2チャネル群に水は供給されないが、第1チャネル群に供給される水が蒸発して隣の第2チャネル群にも拡散するので、固体高分子膜21は全体的に保湿される。このように、アノード全体への水素の供給と固体高分子膜全体の保湿がなされる。

【0035】逆に図4に示すように、切り換え弁5からマニホールド孔112側に水が供給されている時は、第2チャネル群に燃料ガスと水とが供給され、第1チャネル群に燃料ガスだけが供給される。このときも、上記と同様の理由で、アノード全体への水素ガスの供給と固体高分子膜全体の保湿がなされる。ここで、アノード側チャネル400…全体の中から第1チャネル群及び第2チャネル群をどのような基準に基づいて選択するか、即ち、燃料電池1の設計に際して、アノード側チャネル400…中のどのチャネルに対応させて細孔11a及び細孔12aを形成すべきかについて、以下のように考察する。

【0036】第1チャネル群と第2チャネル群とは互いに重ならないように、即ち、同じチャネルに対して細孔11a及び細孔12aの両方が形成されることがないように選択するのがよいと考えられる。また、チャネルに供給された水は、隣接するチャネルには良好に拡散されるが、離れたチャネルには拡散しにくいことを考慮すると、第1チャネル群及び第2チャネル群のいずれにおいても、選択されたチャネルがアノード側チャネル基板40の表面全体にわたって分布するように、且つチャネル同士の間隔が離れすぎないように選択するのがよいと考えられる。

【0037】言い換れば、アノード側チャネル400…の中から第1チャネル群を選択するときに1本おきまたは2本おきで行い、第2チャネル群を選択するときも1本おきまたは2本おきで行うことが望ましく、3本以上とばして選択することは好ましくないということが言える。このような観点から、好ましい具体例としては、図3, 4に示すように、アノード側チャネル400…の中から1本おきに選択したチャネル（図3, 4において左から1, 3, 5, 7番目のチャネル）を第1チャネル群とし、第1チャネル群以外のチャネル（図3, 4において左から2, 4, 6番目のチャネル）すべて選択して第2チャネル群とすることが挙げられる。

【0038】この他の例として、第1チャネル群としてアノード側チャネル400…の中から2本おきに（左から1, 4, 7番目のチャネル）選択し、第2チャネル群として第1チャネル群以外のチャネル（左から2, 3, 5, 6番目のチャネル）を選択したり、或は、第2チャネル群もアノード側チャネル400…の中から2本おき

に（左から2, 5番目のチャネル）選択することも挙げられる。

【0039】分配基板11, 分配基板12及び分配基板13の具体例としては、金属製（SUS304, SUS316等のステンレス鋼、Ti鋼）の薄板やセラミック製（Al, O₂等）の薄板にエッチングで細孔を開設したもの、あるいはプラスチック製（ポリエチレン系、ABS系、パーエニルオキサイド系等）の薄板に細孔を開設したものと挙げることができる。

【0040】分配基板11に開設されている各細孔11a、並びに分配基板12に開設されている各細孔12aは、同一形状（例えば円形、楕円形、多角形）、同一の大きさで、個数も同一である（例えば、チャネル毎に1個づつ、2個づつ、或は3個づつ形成されている）。分配基板11, 12の厚さや細孔11a, 12aの孔径は、細孔11a, 12aを水が通過するときに適度な抵抗（圧損）が生ずるように設定することが望ましく、実用的には、基板の厚さを120μm～5mm、細孔11aの孔径を20μm～3mmの範囲内で設定することが望ましい。

【0041】（本実施形態の燃料電池の効果についての説明）仮に分配基板として多孔質の基板を用いたとすれば、分配基板のマニホールド孔111に近い部分では水がたくさん流通し、マニホールド孔111から遠い部分では水が流通しにくい。これに対して、本実施形態のように、所定の形状の細孔11a, 12aが開設された分配基板を用いた場合、ある程度の水圧がかからないと細孔から水が流れ出ないので、多孔質の基板を用いる場合よりも均一的に水を分配することができる。

【0042】更に、本実施形態では、アノード側チャネル400…の全てに対して連続的に水を供給するのではなく、第1チャネル群と第2チャネル群に対して交互に供給するので、供給水量は比較的少なくても、均一的に水を分配することができ、アノード23の領域全体で固体高分子膜21を保湿することができる。また、仮にアノード側チャネル400…の全て若しくは特定のチャネルに対して、水が長時間連続的に供給されたとすると、そのチャネルの終端において水のメニスカスが形成されてチャネルの閉塞が発生しやすい。

【0043】しかし、本実施形態の場合、第1チャネル群及び第2チャネル群に交互に水が供給されるので、各チャネルに対して水が長時間連続的に供給されるということがない。従って、メニスカスによるチャネルの閉塞も低減することができると共に、閉塞によるセル性能の経時的低下も低減される。なお、切り換え弁5の切り換え時間間隔をあまり長く設定すると、このような効果が薄れると予想されるので、この切り換え時間間隔は、通常、数秒～数十分程度に設定するのがよいと考えられる。

【0044】また、アノード側チャネル基板40には保水能力があるため、第1チャネル群に水が供給される時

間帯と第2チャネル群に水が供給される時間帯との合間に、第1チャネル群と第2チャネル群のいずれにも水が供給されない時間帯が多少あったとしても、その時間帯での固体高分子膜21の保湿は十分になされるので、運転上の問題はない。

【0045】よって、コントローラ9による切り換え弁5の切り換え動作は、それほど迅速にしなくてもよく、切り換え弁5としては一般的な電磁切り換え弁を用いればよい。また、本実施形態では、アノード側チャネル基板40に親水性のカーボン多孔体を用い、アノード23上に配されている集電体25は淡水処理が施されているので、チャネル400の内面において、アノード側チャネル基板40の表面に対する水の接触角は、集電体25の表面に対する水の接触角よりも小さい。

【0046】従って、図3、4の(b)に示すように、チャネル400内を水と燃料ガスとが流れるときに、液相と気相とに分離される傾向が生じる。即ち、水が基板40側に引きつけられて、アノード側チャネル基板40側には主に水からなる液相が存在し、アノード23(集電体25)側には主に燃料ガスと水蒸気からなる気相が存在した状態で流れるので、アノード23に対する燃料ガスの供給が効率よくなれる。

【0047】【実施の形態2】本実施の形態の燃料電池は、上記実施の形態1の燃料電池1とほぼ同様であるが、実施の形態1では、運転時において、燃料ガスはアノード側チャネル400…全体に連続して供給すると共に、水は第1チャネル群及び第2チャネル群に対して交互に切り換えながら供給したのに対して、本実施の形態においては、燃料ガス及び水のいずれについても、第1チャネル群及び第2チャネル群に対して交互に切り換えながら供給する点が異なっている。

【0048】ここでいう第1チャネル群及び第2チャネル群の意味、即ちアノード側チャネル400…全体の中から第1チャネル群及び第2チャネル群を選択する際の基準は、実施の形態1で説明した通りである。以下、本実施形態の燃料電池について、更に具体的に説明する。図5、図6は、本実施形態の燃料電池の構成及び運動動作を示す説明図であって、運転時には、図5の状態で運転する時間帯及び図6の状態で運転する時間帯が交互に繰り返される。なお、これらの図において、実施の形態1と同様の構成要素には同一の番号が付してある。

【0049】本実施形態の燃料電池においては、図5、6に示すように、アノード側チャネルの上流部において、枠体10に、一対のマニホールド孔111と溝孔121、一対のマニホールド孔112と溝孔122が順に開設されており、溝孔121には分配基板11が、溝孔122には分配基板12が、燃料ガス供給用の溝孔122に分配基板12が埋め込まれており、分配基板11及び分配基板12の各々には、アノード側チャネル400…全体の中から選択された第1チャネル群及び第2チャ

ネル群に対応して細孔11a及び細孔12aが開設されている点については、実施の形態1と同様である。

【0050】ただし、実施の形態1の燃料電池1で形成されていた燃料ガス用のマニホールド孔113や溝孔123は形成されていない。また、本実施形態では、マニホールド孔111につながる切り換え弁5aとマニホールド孔112につながる切り換え弁5bが設けられ、切り換え弁5a、5bの各々に対して、燃料ガス及び水の配管が接続されている。

【0051】切り換え弁5a、切り換え弁5bは、例えば電磁三方弁であって、運転時には、コントローラ9で切り換え弁5a及び切り換え弁5bを切り換え制御することによって、このマニホールド孔111及びマニホールド孔112に対して、燃料ガスと水とを交互に切り換え供給するようになっている。これによって、第1チャネル群及び第2チャネル群に対して、燃料ガス及び水が、交互に切り換えながら供給されることになる。即ち、図5のように、切り換え弁5aからマニホールド孔111に水が供給されると共に、切り換え弁5bからマニホールド孔112に燃料ガスが供給される時間帯には、第1チャネル群に水が、第2チャネル群に燃料ガスが供給される。一方、図6のように、切り換え弁5aからマニホールド孔111に燃料ガスが供給されると共に、切り換え弁5bからマニホールド孔112に水が供給される時間帯には、第1チャネル群に燃料ガスが、第2チャネル群に水が供給される。

【0052】このように本実施形態では、燃料ガスも第1チャネル群及び第2チャネル群に切換供給されるが、燃料ガス中の水素は分散性が良好なため、隣接するチャネルにも良好に拡散される。従って、アノード23の全体にわたって水素が行きわたることになる。本実施形態においても、実施の形態1と同様、所定の形状の細孔11a、12aが開設された分配基板が用いているので、均一的に水を分配することができ、且つ第1チャネル群と第2チャネル群に対して交互に供給するので、供給水量は比較的少なくとも均一的に水を分配することができ、アノード23の領域全体で固体高分子膜21を保湿することができる。また、第1チャネル群及び第2チャネル群に交互に水が供給されるので、メニスカスによるチャネルの閉塞も低減することができると共に、閉塞によるセル性能の経時的低下も低減できる。

【0053】また、チャネル400内を気液混合物が流れるときに、液相と気相とが分離される傾向が生じ、アノード23に対する燃料ガスの供給が効率よくなれるのも、実施の形態1と同様である。実施の形態1と比較すると、本実施の形態では、燃料ガスの切り換え機構の構成が多少複雑ではあるが、枠体10にマニホールド孔113や溝孔123がないため、電池構造はより簡素になっている。

【0054】なお、実施の形態1と同様に、本実施形態

においても、第1チャネル群に水が供給され第2チャネル群に燃料ガスが供給される時間帯と、第2チャネル群に水が供給され第1チャネル群に燃料ガスが供給される時間帯との合間に、第1チャネル群と第2チャネル群のいずれにも燃料ガスが供給され水が供給されない時間帯があったとしても、その時間帯での固体高分子膜21の保湿は十分になされるので、運転上の問題はない。

【0055】(変形例などについて) 上記実施の形態1, 2では、水の供給切り替え並びに燃料ガスの供給切り替えは、第1チャネル群と第2チャネル群との間で行う例を示したが、アノード側チャネル400…の中から第1～第3チャネル群を選択して、第1～第3チャネル群に順に水や燃料ガスを切り替え供給することも可能である。

【0056】この場合、例えば、アノード側チャネル400…の中から、第1チャネル群は左から1, 4, 7番目のチャネル、第2チャネル群は左から2, 5番目のチャネル、第3チャネル群は左から3, 6番目というように、各チャネル群を選択する際に2本おきにチャネルを選択すればよい。また、上記実施の形態1, 2では、アノード側チャネル基板40にカーボン多孔体を用いる例を示したが、この基板は、カーボン材料と樹脂をモールド成形することにより作製することもできる。ただし、モールド成形により製造したカーボン板は緻密で保水力に乏しい傾向にあるので、アノード側チャネル400の内面に親水性材料を敷設することによって保水性を確保することが好ましい。

【0057】また、上記実施の形態では、カソード側チャネル基板30とアノード側チャネル基板40とは、別体であったが、例えばカーボンプレートを切削して作製したバイポーラプレートを用いて、同様に実施することも可能である。また、上記実施の形態では、未反応水素および水はマニホールド孔114を通って電池の外に排出されているが、特願平9-257330号で開示している、チャネル下流側に燃料ガス専用排出流路を確保する構成と併用してもよい。

【0058】

【実施例】【実施例1】実施の形態1に基づいて、以下の仕様でセルユニットを16個セル積層させた燃料電池を作製した。

電極面積 : 100 cm²

固体高分子膜 : パーフルオロカーボンスルホン酸膜

アノード : Pt-Ruを担持したカーボン

カソード : Ptを担持したカーボン

分配基板11, 12: 厚さ0.15mmのSUS316に孔径0.2mmの細孔を開設したもの。

【0059】【実施例2】実施の形態2に基づいて、セルユニットを16個セル積層させた燃料電池を作製した。仕様は実施例1と同様である。

【比較例】本比較例の燃料電池は、上記実施例2と同様

50

の構成であるが、分配基板11及び分配基板12の各々には、全てのアノード側チャネル400…に対して細孔が形成され、切り替え機構はなく、マニホールド孔111には連続的に水が供給され、マニホールド孔112には連続的に燃料ガスが供給されるようになっている。

【0060】従って、本比較例では、運転中に水及び燃料ガスの両方が全てのアノード側チャネル400…に対して連続して供給される。

【実験1】実施例1, 2及び比較例の電池を用いて、以下の条件で、供給する冷却水の量を変化させながら運転し、平均セル電圧(mV)を測定した。

【0061】

電流密度 : 0.5 A/cm²

燃料ガス : H₂/CO₂ (80/20:流量比)

酸化剤 : 空気

燃料ガス利用率 : 60%

酸化ガス利用率 : 15%

図7は、この実験結果を示すものであって、セルユニット当たりの冷却水量と平均セル電圧(mV)との関係を表わした特性図である。

【0062】図7から明らかなように、比較例の電池では、冷却水量が20cc·min⁻¹·cel⁻¹程度の狭い範囲では高いセル電圧が得られているが、冷却水量がこの範囲より小さいところではセル電圧がかなり小さくなり、冷却水量がこの範囲より大きいところでもセル電圧がかなり小さくなっている。これに対して、実施例1及び実施例2の電池では、広範囲の冷却水量において高いセル電圧が保たれている。

【0063】この理由として、比較例の電池では、水の供給用の分配基板における細孔の数が多いので、冷却水量が小さいところではアノード側チャネルの全体にわたって水が供給されず、固体高分子膜全体の保湿ができないのに対して、実施例1, 2の電池においては、水の供給用の分配基板における細孔の数が少ないので、冷却水量が小さくてもアノード側チャネルの全体にわたって水が供給されること、並びに、比較例の電池では、各アノード側チャネルに連続的に水が供給されるので、冷却水量が大きいと、チャネルが水のメニスカスで閉塞しやすいのに対して、実施例1, 2の電池においては、各アノード側チャネルに連続的に水が供給されることがないので、冷却水量が大きくてもチャネルの閉塞は発生しにくいためと考えられる。

【0064】【実験2】実施例1, 2及び比較例の電池を、冷却水量を以下のように適量にコントロールしながら、上記実験1と同様の条件で連続運転させ、セル電圧(mV)の経時的变化を測定した。

実施例1の電池: 20cc·min⁻¹·cel⁻¹の水を第1チャネル群と第2チャネル群に5分間隔にて切り換えて供給。

【0065】実施例2の電池: 20cc·min⁻¹·cel⁻¹の水を第1チャネル群と第2チャネル群に5分間隔にて切り換えて供給。

e 1 l⁻¹ の水を第1チャネル群と第2チャネル群に5分間隔にて切り換えて供給。ただし、5分間の切り換え間に1分間の第1チャネル群と第2チャネル群(全チャネル)に燃料ガスだけを流すインターバルを設ける。

比較例の電池: 20cc·min⁻¹·cell⁻¹ の水を全チャネルに連続供給。

【0066】図8は、この実験結果を示すものであつて、運転時間と平均セル電圧(mV)との関係を表わした特性図である。図8から明らかなように、比較例の電池と比べて、実施例1, 2の電池では、経時的なセル電圧の低下が小さい。これは、比較例の電池では、各チャネルに水が連続的に供給されるので、セル性能が経時的に低下しやすいのに対して、実施例1, 2の電池では、各チャネルに水が長時間連続的に供給されることがないので、セル性能が低下しにくいためと考えられる。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の固体高分子型燃料電池は、複数本のアノード側チャネルに燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、複数本のアノード側チャネルの中から選択された第1チャネル群に水を供給する第1水供給手段と、第1チャネル群と重複することなく前記複数本のアノード側チャネルの中から選択された第2チャネル群に水を供給する第2水供給手段とを設け、第1水供給手段による水供給及び第2水供給手段による水供給を交互に切り換ながら実行させるようにした。

【0068】或は、第1チャネル群に水を供給する第1水供給手段と、第1チャネル群に燃料ガスを供給する第1燃料ガス供給手段と、第2チャネル群に水を供給する第2水供給手段と、第2チャネル群に燃料ガスを供給する第2燃料ガス供給手段とを設け、第1水供給手段による水供給及び第2水供給手段による水供給を交互に切り換えて実行させると共に、第1燃料ガス供給手段による燃料ガス供給及び第2燃料ガス供給手段による燃料ガス供給を交互に切り換えて実行させようとした。

【0069】そして、これによって、比較的少ない供給水量でも、固体高分子膜全体にわたって保湿を行うことができると共に、各アノード側チャネルに対して水が連続的に供給されるということがないので、チャネルのメニスカスによる閉塞も少なくすることができ、閉塞によ

10

るセル性能の経時的低下もなくすことができる。以上の点において、本発明の燃料電池並びに運転方法は、従来よりも経済的であって優れた電池特性が得られるということができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態に係る燃料電池を構成するセルユニットの組立図である。

【図2】実施の形態1に係る燃料電池の全体的な構成並びに運転動作を示す斜視図である。

【図3】実施の形態1に係る燃料電池の構成及び運転動作を示す説明図である。

【図4】実施の形態1に係る燃料電池の構成及び運転動作を示す説明図である。

【図5】実施の形態2に係る燃料電池の構成及び運転動作を示す説明図である。

【図6】実施の形態2に係る燃料電池の構成及び運転動作を示す説明図である。

【図7】実験1の結果を示す特性図である。

【図8】実験2の結果を示す特性図である。

【符号の説明】

1 固体高分子型燃料電池

3 水ポンプ

4 分離タンク

5 切り換え弁

5a, 5b 切り換え弁

6 冷却器

9 コントローラ

10 枠体

11, 12, 13 分配基板

11a, 12a, 13a 細孔

20 セル

21 固体高分子膜

22 カソード

23 アノード

24, 25 集電体

30 カソード側チャネル基板

40 アノード側チャネル基板

111, 112, 113, 114 マニホールド孔

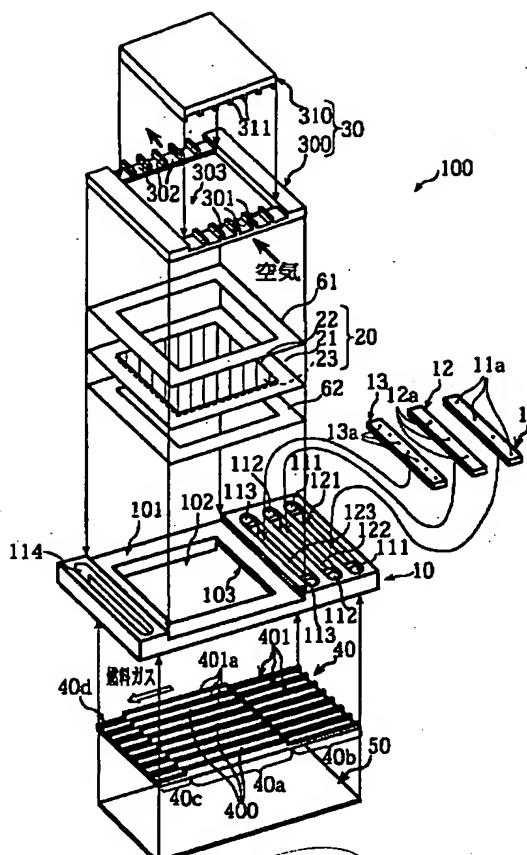
400 アノード側チャネル

30

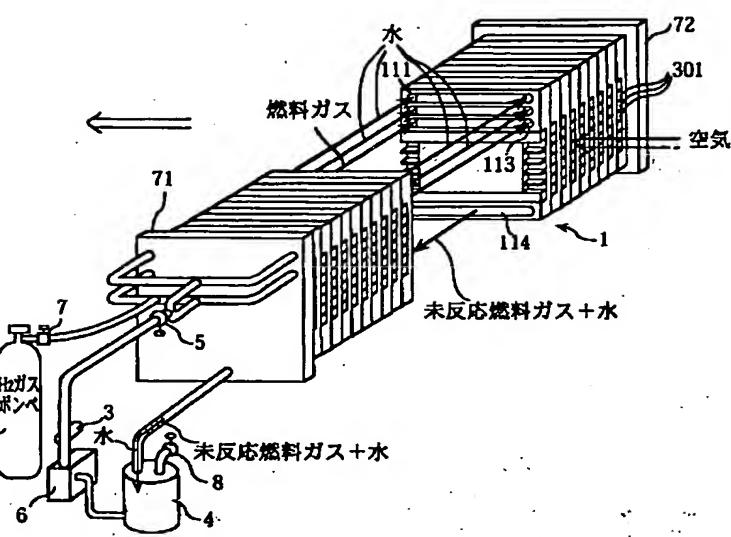
40

40

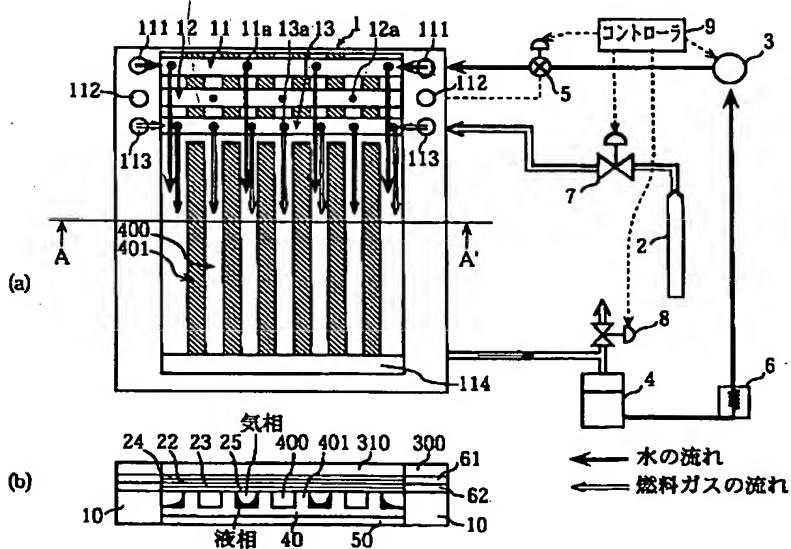
【图 1】



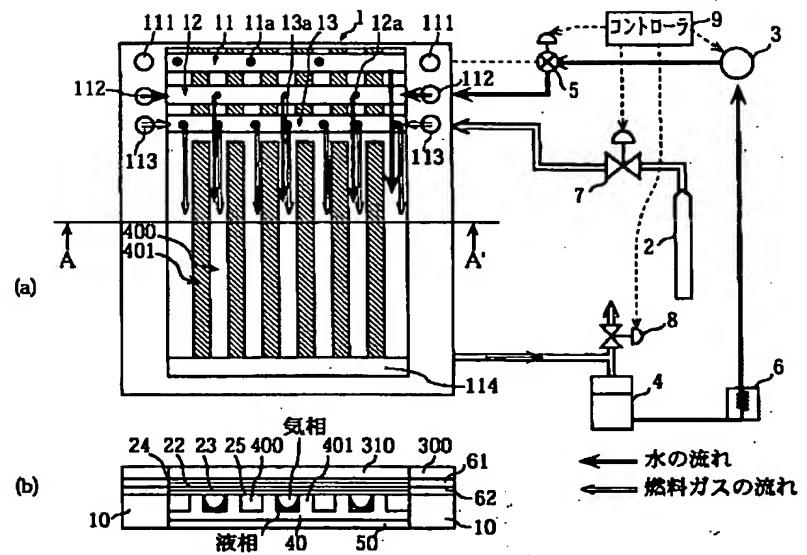
[図2].



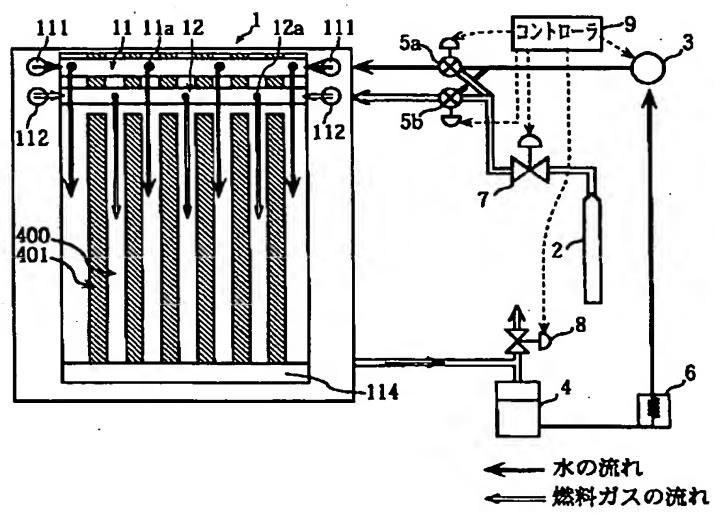
[図3]



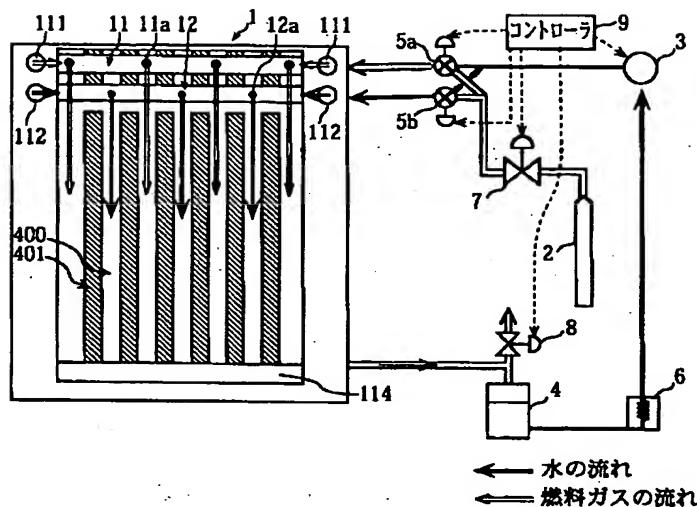
【図 4】



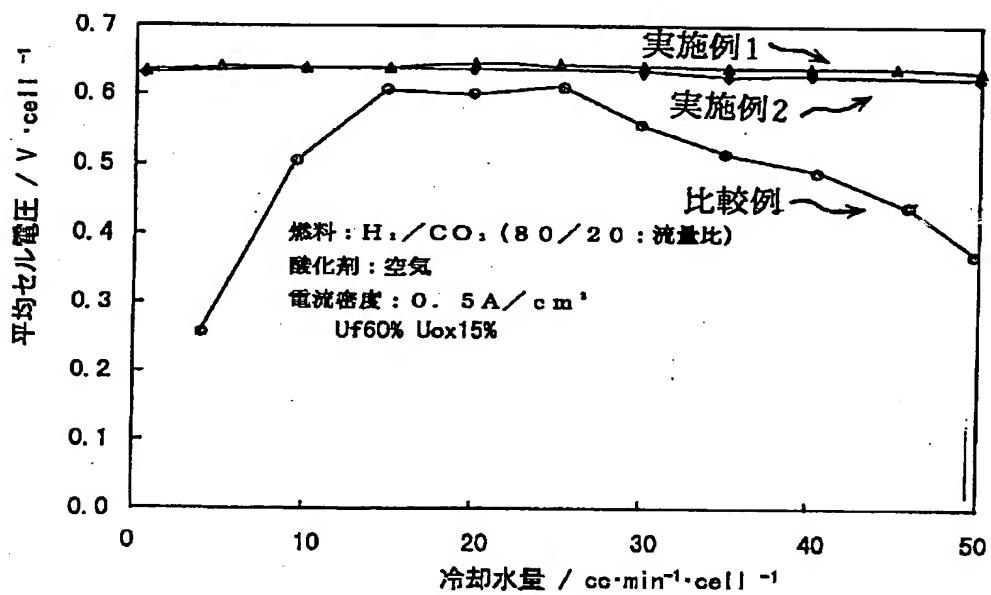
【図 5】



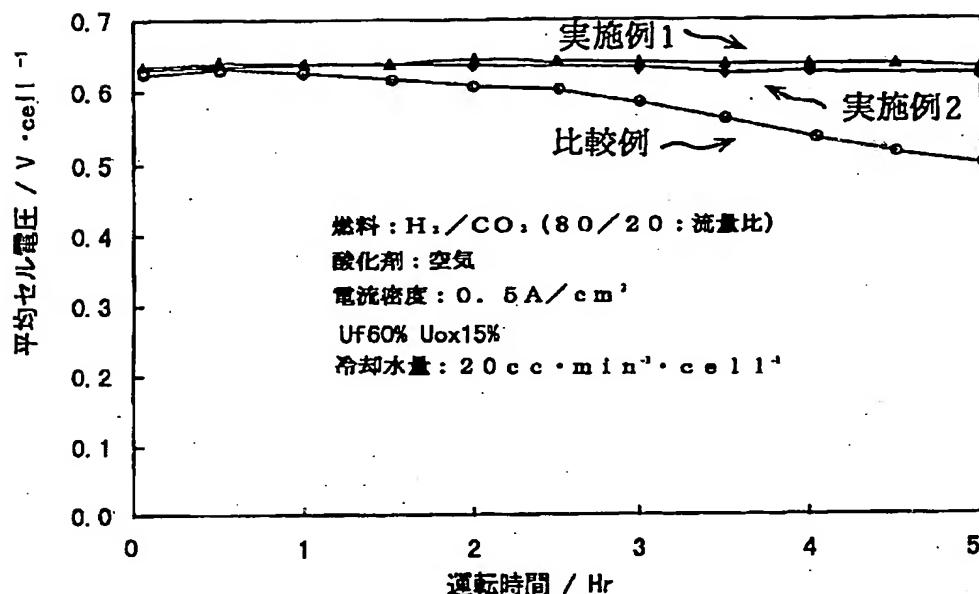
【図 6】



【図 7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 中岡 透
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 唐金 光雄
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 三宅 泰夫
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 西尾 晃治
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC08
5H027 AA06 CC06 MM09 MM16